

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-359051

(P2002-359051A)

(43) 公開日 平成14年12月13日 (2002. 12. 13)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 T 13/39

識別記号

F I

H 0 1 T 13/39

テ-マコ-ド* (参考)

5 G 0 5 9

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2002-84547 (P2002-84547)

(22) 出願日 平成14年 3 月25日 (2002. 3. 25)

(31) 優先権主張番号 特願2001-91585 (P2001-91585)

(32) 優先日 平成13年 3 月28日 (2001. 3. 28)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004547

日本特殊陶業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号

(72) 発明者 松谷 渉

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(72) 発明者 瀬川 昌幸

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

(72) 発明者 伊藤 聡子

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日

本特殊陶業株式会社内

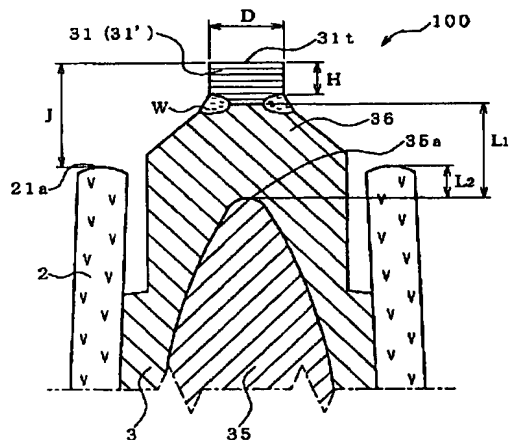
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スパークプラグ

(57) 【要約】

【課題】 R hの含有量を少なく抑えつつ I rの含有量を増した貴金属チップにて放電部を形成したスパークプラグであって、貴金属チップの外周側面をえぐる形態の異常消耗の発生を抑制することができるスパークプラグを提供する。

【解決手段】 中心電極 3 側の放電部 3 1 を I r 基合金からなる貴金属チップ 3 1 ' にて形成する。そして、その貴金属チップ 3 1 ' は、主成分として 9 0 質量%以上の I r を含有し、さらに 0 . 5 質量%以上の R h と、0 . 5 ~ 8 質量%の範囲の N i とを含有して構成する。その結果、貴金属チップ 3 1 ' (放電部 3 1) の耐消耗性を良好に確保できるとともに、R h の含有量を抑えたときに生じ易い異常消耗の発生を N i の添加によって抑制することができ、ひいては高性能のスパークプラグを安価に構成することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 絶縁体の貫通孔の一端に保持された中心電極と、その中心電極と火花放電ギャップを介して対向する接地電極とを備え、前記中心電極と前記接地電極との少なくとも一方の前記火花放電ギャップに対応する放電部に貴金属チップが溶接されたスパークプラグであって、

前記貴金属チップは、90質量%以上のIrと、0.5質量%以上のRhと、0.5～8質量%の範囲のNiとを含有していることを特徴とするスパークプラグ。

【請求項 2】 前記貴金属チップは、1～4質量%の範囲内でNiを含有している請求項 1 に記載のスパークプラグ。

【請求項 3】 前記貴金属チップは、 La_2O_3 及び Y_2O_3 の少なくとも一方を含有している請求項 1 又は 2 に記載のスパークプラグ。

【請求項 4】 前記貴金属チップは、0.5～3質量%の範囲内で La_2O_3 及び Y_2O_3 の少なくとも一方は含有している請求項 3 に記載のスパークプラグ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動車エンジン等の内燃機関の着火源として使用されるスパークプラグに関する。

【0002】

【従来の技術】自動車エンジン等の内燃機関の着火用に使用されるスパークプラグにおいては、エンジンの高出力化や燃費向上の目的で、燃焼室内の温度も高くなる傾向にある。また着火性向上のために、スパークプラグの火花放電ギャップに対応する放電部を燃焼室内部に突き出させるタイプのエンジンも多く使用されるようになってきている。このような状況では、スパークプラグの放電部が高温にさらされるので、その火花消耗が進み易くなる。そこで、火花放電ギャップに対応する放電部の耐火花消耗性向上のために、電極の先端にPtやIr等を主体とする貴金属チップを溶接したタイプのものが多数提案されている。

【0003】例えば、特開平9-7733号公報には、貴金属チップをIr-Rh合金にて構成することにより、高融点であるIrのメリットを生かしつつ、Irの高温（約900℃以上）での酸化揮発を防止するためのRhを添加することで、より高温における耐消耗性（以下、本明細書においては、耐火花消耗性と耐高温酸化性の両者を総称して耐消耗性ともいう）を向上させることができるスパークプラグが開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、RhはIrと比べて数倍高価であり、しかもRhの融点はIrの2454℃に比較して1970℃と低いために、Rhの含有量を多くし過ぎると、貴金属チップの材料コスト

が高騰するばかりでなく、耐火花消耗性も十分でなくなるとい問題がある。

【0005】そこで、本発明者等は、Ir-Rh二元合金により構成した貴金属チップにおいて、Rhの含有量を少なめに設定し、酸化揮発による消耗を抑えつつ耐火花消耗性を向上させることを試みた。しかし、このようにRhの含有量を少なめに設定すると、後述する異常消耗の発生により、却って放電部（貴金属チップ）の消耗を抑制することができない場合があることがわかった。

10 【0006】具体的に、本発明者等は、主成分としてのIrと20質量%のRhを含有した貴金属チップにて構成した放電部を中心電極にのみ設けたスパークプラグを、6気筒ガソリンエンジン（排気量2000cc）に取り付け、無鉛ガソリンを燃料として、スロットル全開状態、エンジン回転数5000rpmにて運転を行なった。そして、20時間後の貴金属チップの外観を観察したところ、図5に示すように、貴金属チップの接地電極と対向する放電面（放電部上部の面）ではない外周側面を円弧上にえぐる形態で異常消耗が生じていることが観

20 察された。この異常消耗は、図5をみてわかる通りその消耗形態も特殊であり、その消耗要因も単に火花放電や酸化揮発のみでは簡単に説得できないものと考えられる。この異常消耗は、図示しないが、主成分としてのIrに10質量%のRh、5質量%のRh、1質量%のRhを含有したそれぞれの貴金属チップを用いて上記運転（試験）を行なった際にも同様にみられ、Rhの含有量が少なくなるほど、放電部の外周側面からのえぐれ度合いが激しくなる傾向が、換言すれば異常消耗が発生し易い傾向がみられた。従って、高価なRhの含有量を少なく抑えつつIrの含有量を増した貴金属チップを用いることで、放電部の耐火花消耗性を向上させつつ酸化消耗を抑制しようとする、異常消耗という新たな現象を招来することがあり、放電部の消耗を完全に解消できないものであった。

【0007】本発明の課題は、貴金属チップにて放電部を形成したスパークプラグであって、高価なRhの含有量を少なく抑えつつIrの含有量を増した貴金属チップにて放電部を形成したスパークプラグであって、貴金属チップの外周側面をえぐる形態の異常消耗の発生を抑制

40 することができるとともに、耐消耗性に優れた貴金属チップを備えるスパークプラグを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段及び作用・効果】上記課題を解決するために本発明のスパークプラグは、絶縁体の貫通孔の一端に保持された中心電極と、その中心電極と火花放電ギャップを介して対向する接地電極とを備え、中心電極と接地電極との少なくとも一方の火花放電ギャップに対応する放電部に貴金属チップが溶接されたスパークプラグであって、その貴金属チップは、90質量%以上のIrと、0.5質量%以上のRhと、0.5～8

50

質量%の範囲のNiとを含有していることを特徴とする。

【0009】本発明者等が、図5に示す異常消耗が生じた放電部（貴金属チップ）を調べたところ、該貴金属チップの表面にCa及び／又はPを含有する堆積物が付着していることが明らかとなった。また、該堆積物が付着する貴金属チップにおいて、異常消耗が生じない場合もあったが、異常消耗が見られる全ての貴金属チップに該Ca及び／又はPに起因する堆積物が付着していた。これにより、前述した異常消耗はこのような堆積物が一因となつていと推測される。一方、該異常消耗は放電部（貴金属チップ）のある一定方向からのみ進行していることが図5からも明らかである。そのため、放電部の着火が行なわれる着火雰囲気中において、何らかの流体の流れが存在しており、該流体の流れが異常消耗の一因となつていとも考えられる。例えば、上記流体とは、混合気体中の燃料を均一に拡散させるための一定の流れを有する混合気流（スワール流）であると推測することができる。また、該異常消耗は上記二つの要因により進行する消耗であると推測することもできる。いずれにしても、このような異常消耗は、火花放電による溶解・離散や、あるいは貴金属チップの単純な酸化揮発による消耗とは異なる機構により生じているものと推測できる。

【0010】本発明者等は、異常消耗が進行したIr-Rh二元合金の貴金属チップにおいて、図5に示すようにその貴金属チップの放電面周辺がほとんど異常消耗していないことに着目した。そして、該放電面周辺において成分分析を行い、該放電面周辺にNiが含有されていることを見出した。なお、異常消耗が生じている部分（外周側面）において同様の成分分析を行なったところ、Niの存在は認められなかった。つまり、この放電面周辺に存在するNiは、貴金属チップに作製当初から含有されていたものではなく、スパークプラグの使用過程において含有されたものである。すなわち、火花放電の繰り返しによりNi系耐熱合金等にて構成される接地電極からNi成分が飛び出し、その後該Ni成分が貴金属チップの放電面周辺に注入されたものと考えられる。いずれにしても、本発明者等は、異常消耗が観察される貴金属チップにおいて、異常消耗の起こりにくい部分（放電面周辺）にNiが含有されているという知見を得た。

【0011】そして、Ir-Rh二元合金により構成した貴金属チップにおいて、Rhの含有量が少なくなるほど異常消耗による外周側面におけるえぐれ度合いが激しくなる傾向がみられることが本発明者等により明らかとなった。そして、本発明者等は、上記のような鋭意検討の結果、スパークプラグの放電部を、耐火花消耗性を向上させるべく融点の高いIrを90質量%以上含有するとともに、Ir成分の酸化揮発による消耗を抑えるための0.5質量%以上のRhと、0.5～8質量%のNi

とを含有する貴金属チップにて構成すれば、耐火花消耗性を向上させつつ酸化消耗を抑制でき、さらには前述のような異常消耗をも抑制できることを見出し、本発明の完成に至ったものである。

【0012】貴金属チップに含有されるNiの含有量は、0.5～8質量%の範囲とする。Niの含有量が0.5質量%未満であると、異常消耗抑制の効果が十分に発揮されないことがある。一方、Niの含有量が8質量%を超えると、Niの含有量が多くなりすぎ、Irを90質量%以上含有させて耐火花消耗性を向上させる効果が低減するため好ましくない。従って、貴金属チップには0.5～8質量%のNiが含有されているのがよく、より望ましくは1～4質量%のNiが含有されているのがよい。このNiの含有量を、1～4質量%の範囲内とした場合により好ましい理由は、以下の通りである。Niの含有量が1質量%以上となると、異常消耗の抑制の効果を十分に発揮させることができる。一方、Niの含有量が4質量%を超える場合、異常消耗の抑制効果は得られるものの、Niが加工中に加えられた熱によって材料中のNi成分が酸化され、酸化されたNiを起点にしてクラック等が発生して成長することがあるために、貴金属チップを鍛造、圧延あるいは打ち抜き等の加工により製造しようとする、その加工性が良好に得られない場合がある。

【0013】また、貴金属チップは、Irを90質量%以上含有するIr基合金にて構成している。Irは、高融点（2454℃）であることから、その含有量を90質量%以上とすることで良好な耐火花消耗性が得られる。ただし、Ir成分は900℃を超えると酸化揮発により消耗が急激に大きくなり易い問題があることから、本発明の貴金属チップにおいては、Ir成分の酸化揮発の抑制効果を図るためにRhを0.5質量%以上含有している。Rhの含有量が0.5質量%未満になると、Ir成分の酸化揮発の抑制効果が不十分となり、貴金属チップ（放電部）が消耗し易くなってプラグの耐久性が確保し難くなる。

【0014】すなわち、本願発明では、高融点のIr成分を90質量%以上含有させるとともに、Irよりも高価であつて融点が当該Irよりも低いRhを酸化揮発の抑制効果を発揮できる範囲内で少なめに抑えて含有させ、その上でNi成分を上記範囲にて含有させて貴金属チップを構成している。その結果、貴金属チップ（放電部）の耐消耗性を良好に確保できるとともに、Rhの含有量を抑えたときに生じ易い異常消耗の発生をNiの添加により抑制することができ、ひいては高性能のスパークプラグを安価に構成することができるようになる。

【0015】また、貴金属チップは、Sr、Y、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Ti、Zr及びHfから選ばれる元素の酸化物（複合酸化物を含む）が含有され

ていてもよい。これにより、Irの高温での酸化揮発による消耗がさらに効果的に抑制される。なお、上記酸化物としては、 La_2O_3 及び Y_2O_3 の少なくとも一方が含有されているのがよいが、このほかにも ThO_2 、 ZrO_2 等を好ましく使用することができる。上記酸化物の含有量は0.5～3質量%の範囲にて設定するのがよい。0.5質量%未満になると、当該酸化物添加による添加金属元素成分の酸化揮発の抑制効果が十分に得られなくなる。一方、酸化物の含有量が3質量%を超えると、貴金属チップの耐熱性が却って損なわれてしまうことがある。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明におけるいくつかの実施の形態について断面を用いて説明する。図1は本発明のスパークプラグ100の一例を示した縦断面図であり、図2(a)はスパークプラグ100の放電部周辺の拡大図である。本発明の一例たる抵抗体入りのスパークプラグ100は、筒状の主体金具1と、先端部21が突出するようにその主体金具1の内側に嵌め込まれた絶縁体2と、先端に形成された放電部31を突出させた状態で絶縁体2の貫通孔6の先端(一端)に保持された中心電極3と、主体金具1に一端が溶接等により結合されるとともに、他端4a側が側方に曲げ返されて、その側面4cが中心電極3に形成された放電部31と対向するように配置された接地電極4とを備えている。また、接地電極4には上記放電部31に対向する放電部32が形成されており、それら放電部31と放電部32とに挟まれた隙間に火花放電ギャップgが形成されている。

【0017】絶縁体2は、例えばアルミナあるいは窒化アルミニウム等のセラミック焼結体により構成され、その内部には自身の軸線方向に沿って延び、中心電極3を嵌め込むための貫通孔6を有している。また、主体金具1は、低炭素鋼等の金属により円筒状に形成されており、スパークプラグ100のハウジングを構成するとともに、その外周面には、スパークプラグ100を図示しないエンジンブロックに取り付けるためのネジ部7が形成されている。貫通孔6の一方の端部側には端子金具13が挿入・固定され、同じく他方の端部側に中心電極3が挿入・固定されている。また、該貫通孔6内において端子金具13と中心電極3との間に抵抗体15が配置されている。この抵抗体15の両端部は、導電性ガラスシール層17、18を介して中心電極3と端子金具13とにそれぞれ電氣的に接続されている。なお、放電部31及び対向する放電部32のいずれか一方を省略する構成としてもよい。この場合には、放電部31又は対向する放電部32及び接地電極4又は中心電極3との間で火花放電ギャップgが形成される。

【0018】放電部31は、例えば、図2(b)に示すように円板上の貴金属チップ31'をINCONEL600(英国INCO社の商標)等のNi系耐熱合金、又はFe系耐

熱合金で構成される中心電極3の先端部3aの端面に重ね合わせ、さらにその接合面外周縁に沿ってレーザー溶接、電子ビーム溶接、電気抵抗溶接等により溶接部Wを形成してこれを固着するようにして形成される。また、例えばINCONEL600、INCONEL601等のNi系耐熱合金で構成されている接地電極4側に放電部32を形成する場合には、放電部32は中心電極3側の放電部31と対応する位置において、接地電極4に貴金属チップ32'を位置合わせし、その接合面外周縁に沿って同様に溶接部W'を形成してこれを固着することにより形成される。

【0019】ここで、放電部31、32には、主成分として90質量%以上のIrを含有し、さらに0.5質量%以上のRhと、0.5～8質量%の範囲のNiとを含有している貴金属チップ31'、32'を使用する。なお、上記Niの含有量は、1～4質量%であることが好ましい。

【0020】貴金属チップ31'、32'は、例えば、以下のようにして形成される。すなわち、原料となる貴金属粉末を所期の比率で配合し、これを溶解して合金インゴットを形成する。具体的な溶解方法としては、例えばアーク溶解や、プラズマビーム溶解、高周波誘導溶解等の方法が採用される。また、合金溶液を水冷鋳型等により鑄造、急冷インゴットとすれば、合金の偏析を低減することができるため、該方法を採用してもよい。また、上記インゴットは所望の組成にて配合した貴金属粉末を圧縮成形したあと、焼結することによって作製するようにしてもよい。

【0021】その後、合金を熱間鍛造、熱間圧延及び熱間伸線の1種又は2種以上の組み合わせにより線状あるいはロッド状の素材に加工した後、これを長さ方向に所定長さに切断して形成する。例えば、熱間鍛造によりロッド状に加工した後、溝付き圧延ロールによる熱間圧延と、熱間スエーピングによりさらに縮径し、最終的に熱間伸線により0.8mm以下の線径の線材に加工する。その後、該線材を所望の厚さとなるように切断し、貴金属チップ31'、32'を得る。

【0022】また、貴金属チップ31'、32'の作製は、各合金成分を配合・溶解することにより得られる溶解合金を熱間圧延により板状に加工し、その板材を熱間打抜加工により所定のチップ形状に打ち抜いて形成することも可能である。さらに、公知のアトマイズ法により球状の貴金属合金を作製し、該球状の貴金属合金をそのまま放電部として使用するようにしてもよいし、これをプレスあるいは平ダイスで圧縮して、扁平状あるいは円柱状の貴金属チップ31'、32'とすることもできる。

【0023】また、本実施例のスパークプラグ100においては、図3に示すように放電部31が細径化されている。具体的には、放電部31を構成する貴金属チップのチップ径Dが0.3～0.8mm、放電部厚さHが

10

20

30

40

50

0.4~2mmとなっている。これらチップ径D及び放電部厚さHは図3に示すように規定する。すなわち、チップ径Dは放電部31の外径Dであって、放電部厚さHは、放電部31の放電面31tの外縁から、中心電極3と貴金属チップ31'を溶接する溶接部Wの対応する端縁までの軸線方向における最短距離である。以上、中心電極3側の放電部31についてのみ示したが、接地電極4側の放電部32においても同様にチップ径D及び放電部厚さHを規定することができる。

【0024】チップ径Dが0.3mm未満となると、火花放電や酸化揮発等による通常の消耗に対しても十分な耐久性を維持できなくなる。一方、チップ径Dが0.8mmを超えると、放電電圧の低減効果が十分に得られないことがある。また、放電部厚さHが0.4mm未満となると、火花放電の繰返しによって溶接部Wが放電面に露出し易くなり、十分な耐火花消耗性を提供することができないことがある。一方、放電部厚さHが2.0mmを超えると、放電部における蓄熱が過剰となりがちで、放電部の消耗が進行して貴金属チップの耐久性を十分に満足することができなくなる。

【0025】また、本実施例におけるスパークプラグ100は、特に中心電極3側の放電部31の温度が高くなりやすい構造を有するものである。例えば、図3に示すように中心電極3の中心部には、表層部をなす電極母材36よりも相対的に熱伝導性に優れた芯体35が形成されており、軸線方向における該芯体35の火花放電ギャップg側の先端35a（以下、単に芯体の先端ともいう）と放電部31との最短距離L1が1~3mmとなっている。ここで、上記芯体35は放電部31からの熱を中心電極3側に熱引きするために形成されたものであり、CuあるいはCu合金等にて形成されている。この構成において、上記規定されたL1が1mm未満であると、芯体35の先端35aが絶縁体の先端21aよりも放電部31側にならざるをえず、熱の過度の蓄積によって芯体35が膨張し、絶縁体2を内側から破ってしまう可能性がある。また、表層部を構成する電極母材36が消耗し、芯体35が露出する場合もありえる。一方、L1が3mmを超えると、放電部31の温度が高温となりすぎ、火花放電の繰返しに伴う消耗に耐えられなくなる。L1は望ましくは1.5~2.5mmとするのがよい。

【0026】なお、貴金属チップ31'と中心電極3とを溶接する溶接部Wは、図4の断面図に示すように貴金属チップ31'の径方向において連続して形成される場合もある。この場合も図3の場合と同様に放電部31と芯体35の先端35aとの最短距離をL1とする。

【0027】また、図3に示すように、放電面31tと絶縁体2の火花放電ギャップg側の先端21a（以下、単に絶縁体の先端ともいう）との軸線方向における最短距離をJと規定したとき、Jの範囲が1.5mm以上と

なっていることが好ましい。このJの値を1.5mm以上とすることにより放電電圧が低減する。Jの値が1.5mm未満となると、放電面31tに電界が集中し難くなり、放電電圧が上昇するため放電部31を細径化する効果が失われることとなる。

【0028】さらに、図3及び図4に示すように、絶縁体2の先端21aと、芯体35の先端35aとの軸線方向における最短距離をL2としたとき、芯体35の先端35aが絶縁体2の先端21aよりも放電面31t側にある場合（図4の場合）にはL2が1mm以下であり、一方、絶縁体2の先端21aが芯体35の先端35aよりも放電面31t側にある場合（図3の場合）にはL2が1.5mm以下となっている。このようにL2の範囲を規定することにより、上記のように規定したL1を好適な範囲に設定し易くなる。

【0029】上記のようなスパークプラグ100は、そのネジ部7においてエンジンブロックに取り付けられ、燃焼室に供給される混合気の着火源として使用される。使用時においては、放電部31及び放電部32との間に放電電圧が印加されて、火花放電ギャップgに火花が生じる（各符号については図1を参照）。なお、本発明のスパークプラグ100は、Ca及び／又はPが存在する着火雰囲気中にて使用されると、前述した構成の貴金属チップにより放電部31及び放電部32を用いた効果が有効に発揮されることになる。また、これらの着火雰囲気中に存在するCa及び／又はPは内燃機関に使用されるエンジンオイルに含有されるものであるため、このようなエンジンオイルを使用する内燃機関に対して、本発明のスパークプラグ100を好適に使用することができる。

【0030】以上において、本発明を実施形態に即して説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で、適宜変更して適用できることはいうまでもない。例えば、上記実施例では、貴金属チップ31'を中心電極3の先端部3aの端面に重ね合せ、その接合面外周縁に沿ってレーザー溶接等により溶接部Wを形成した。しかし、貴金属チップ31'の中心電極3の先端部3aに対する位置決め固定を行い易くするために、チップ外形形状に対応した位置決め用溝部を先端部3aの端面に形成し、その位置決めよう溝部内に貴金属チップ31'を嵌め込んだ上で溶接部Wを形成してもよい。この場合、溶接接合を確実にこなうためには、例えば位置決め用溝部の開口周縁とチップ外周面との交差縁に向けてレーザー光を照射して溶接部Wを形成すればよい。また、上記実施例のスパークプラグ100は、接地電極4が1つのみ形成された所謂一極タイプであったが、接地電極を複数有する多極タイプに本発明を適用してもよい。

【0031】

【実験例】本発明の効果を調べるために、以下の実験を

行った。

(実験例1) まず、スパークプラグの放電部に使用される貴金属チップを以下のように製造した。表1に示す異なる組成の各種貴金属チップを形成するために、所期の元素成分を各種比率にてそれぞれ配合・混合し、各種原料粉末を得た。次いで、この原料粉末を直径20mm、長さ130mmの円柱状に加圧成形した。そして、その成形体をアーク溶解炉内に配置し、アーク溶解を行って各種組成の合金インゴットを得た。さらに、この合金を、約1500℃にて熱間鍛造、熱間圧延及び熱間スエーピングし、さらに熱間伸線することにより、外径0.6mmの合金線材を得た。これを長手方向に切断することにより、各組成について直径(チップ径D)0.6mm、厚さ0.8mmの円板状の貴金属チップを得た。なお、表1に示す異なる組成の各種貴金属チップを加工により作製するにあたり、加工中にクラックが発生することなく作製できたものは○、加工後の検査において倍率40倍の拡大鏡にてクラックの存在が確認されたものの*

*貴金属チップとしては作製できたものは△として、貴金属チップの加工性を評価した。加工性の評価結果について表1に示す。

【0032】そして、前述の手法にて得られた各種の貴金属チップを、INCONEL600製の中心電極母材の先端面に載置させた状態でレーザー溶接により溶接して、図1ないし図2示す形態のスパークプラグを製造した。なお、上記レーザー溶接後において、放電面の外縁から、中心電極と貴金属チップとを溶接する溶接部の対応する端縁までの最短距離(放電部厚さH)が0.5mmとなるように、各組成の貴金属チップに見合うレーザー溶接条件を適宜調整して上記レーザー溶接は実施した。また、本実験においては、各スパークプラグの接地電極側の放電部はチップ径0.9mm、厚さ0.6mmであって、成分がPt-20質量%Niである貴金属チップにより構成した。

【0033】

【表1】

	組成(質量%)	異常消耗	耐消耗性	加工性	総合評価
実施例	1 Ir-0.6Rh-3Ni	○	△	○	○
	2 Ir-0.9Rh-1Ni	○	○	○	◎
	3 Ir-0.9Rh-2Ni	○	○	○	◎
	4 Ir-0.9Rh-3Ni	○	○	○	◎
	5 Ir-0.9Rh-7Ni	○	○	△	○
	6 Ir-2Rh-0.5Ni	△	○	○	○
	7 Ir-2Rh-2Ni	○	○	○	◎
	8 Ir-2Rh-4Ni	○	○	○	◎
	9 Ir-3Rh-1Ni	○	○	○	◎
	10 Ir-4Rh-5Ni	○	○	△	○
	11 Ir-6Rh-3Ni	○	○	○	◎
	12 Ir-8Rh-1Ni	○	○	○	◎
	13 Ir-9Rh-1Ni	○	○	○	◎
	14 Ir-0.9Rh-2Ni-1Y ₂ O ₃	○	○	○	◎
	15 Ir-0.9Rh-3Ni-0.5La ₂ O ₃	○	○	○	◎
比較例	16 Ir-1Rh	×	—	○	×
	17 Ir-2ORh	×	—	○	×
	18 Ir-0.3Rh-3Ni	—	×	○	×
	19 Ir-2Rh-0.3Ni	×	—	○	×
	20 Ir-2Rh-9Ni	○	△	△	×
	21 Ir-1ORh-0.5Ni	△	△	○	×
	22 Ir-1ORh-5Ni	○	△	△	×

【0034】前述のようにして得た各スパークプラグの耐久試験を下記の条件にて行った。すなわち、排気量2000ccのガソリンエンジン(6気筒)にそれらスパークプラグを取り付け、スロットル全開状態、エンジン回転数5000rpmにて累積300時間まで運転を行った。なお、燃料は無鉛ガソリンを使用し、中心電極の先端温度は900℃であった。また、各スパークプラグの火花放電ギャップについては1.1mmに設定して、本耐久試験を行った。

【0035】上記耐久試験後の各スパークプラグにおいて、まず放電部(貴金属チップ)の一方の側部をえぐるような形態で生ずる異常消耗の程度を、目視にて評価した。異常消耗が生じなかったものは○、異常消耗が生じたが最後まで耐久試験に耐えられたものは△、異常消耗により耐久試験が続行不能となったものは×、異常消耗とは関係なく消耗してしまったものは—として評価した。異常消耗についての評価結果を表1に示す。また、耐久時間まで運転を行った後における各スパークプラグ

のギャップ増加量を測定した評価結果(耐消耗性の評価結果)については、火花放電ギャップの拡大量が0.15mm未満のものを○、0.15~0.3mmのものを△、0.3mmを超えるものを×として評価した。なお、異常消耗により耐久試験が続行不能となったものは、ギャップ増加量を測定せずに—として評価した。耐消耗性の評価結果についても表1に示す。そして、表1において、異常消耗の評価結果、耐消耗性ならびに加工性の評価結果の全てを加味し、全ての評価結果が○であるものを◎、2つの評価結果が○であるが1つの評価結果については△であるものを○、それ以外のものを×として総合評価を行った。

【0036】表1の結果より、Irを90質量%以上含有しつつ、Rhを0.5質量%以上含有し、さらにNiを0.5~8質量%含有させた貴金属チップ及びその貴金属チップを放電部に用いたスパークプラグ(実施例No.1~15)では、異常消耗の発生が抑制されるとともに、耐消耗性、加工性にも優れたことがわかる。特

に、Niの含有量を1～4質量%の範囲とする実施例No. 1～4、7～9、11～15については、異常消耗の発生がより確実に抑制され、貴金属チップの加工性が良好に得られることがわかる。

【0037】一方、Niが含有されない比較例No. 16、17、及びNiの含有量が0.5質量%未満の比較例No. 19では、異常消耗の発生が抑制できなかった。また、Niが含有されているものの、Irの含有量が90質量%未満の比較例No. 20～22では、耐火花消耗性が低減するために耐消耗性が良好に得られず、また異常消耗、加工性のいずれかにおいて十分な評価結果が得られなかった。さらに、Rhの含有量が0.5質量%未満の比較例No. 18では、Irの酸化揮発の抑制効果を十分に発揮できずに、耐消耗性が悪化することがわかった。

【0038】(実験例2)次に、放電部を構成する貴金属チップの組成を表1の実施例No. 3あるいは比較例No. 16のいずれかに固定するとともに、前述の実施の形態(図3及び図4)において規定したL1及びL2の長さをそれぞれ表3のように変化させたスパークプラグを製造した。なお、チップ径D及び放電部厚さHはそれぞれD:0.3～0.8mm、H:0.4～2mmとして、それ以外は実験例1と同様のスパークプラグとした。そして、各スパークプラグにおいて、上記実験例1と同様の耐久試験を行い、該耐久試験後の放電部における異常消耗の程度を評価した。得られた結果を表2に示す。なお、本実験例におけるL2の値において、符号がマイナス(－)になっているものは、図4に示すように、絶縁体の先端よりも芯体の先端のほうが放電部側に位置する場合における該芯体の先端と該絶縁体の先端との最短距離を示すものとし、それ以外のものは、図3に示すように、芯体の先端よりも絶縁体の先端のほうが放電部側に位置する場合における該芯体の先端と該絶縁体の先端との最短距離を示すものとする。

【0039】

【表2】

	組成(質量%)	L1(mm)	L2(mm)	評価
1	Ir-1Rh	1.0	0.3	×
2		1.0	-0.2	×
3		1.5	0.8	×
4		1.5	0.3	×
5		2.0	1.3	×
6		2.0	0.8	×
7		3.0	2.3	×
8		3.0	1.8	×
9		0.8	0.1	△
10	Ir-0.0Rh-2Ni	1.0	0.3	○
11		1.0	-0.2	○
12		1.5	0.8	○
13		1.5	0.3	○
14		2.0	1.3	○
15		2.0	0.8	○
16		3.0	2.3	○
17		3.0	1.8	○
18		0.8	0.1	○

※は本発明の範囲外であることを示す。

【0040】表2によれば、Niを含有しない比較例の場合に、L1:1～3mm、L2:-1～1.5mmとなる比較例No. 1～8のスパークプラグにおいて、放電部が高温となり易いため、特に顕著に放電部の異常消耗が発生した。また、L1及びL2の値が上記範囲外の場合は、異常消耗の発生が確認されたものの、発火部の熱引きが良好に行われ、温度が高温となり難いためか、L1及びL2が上記範囲内の場合に比べて消耗の程度は少なかった(比較例No. 9)。一方、本実施例No. 10～18においては、L1及びL2が上記規定範囲外なる場合に加えて、L1及びL2が上記規定範囲内となるような放電部が比較的高温となり易い場合であつても、Ni添加による異常消耗低減の効果が十分に得られていることがわかる。

【0041】以上の2つの実験結果から、高融点のIr成分を90質量%以上含有させるとともに、Irよりも高価であつて融点が当該Irよりも低いRhを酸化揮発の抑制効果を発揮できる範囲に抑えて含有させ、その上でNi成分を上記範囲にて含有させた貴金属チップを放電部に用いることで、貴金属チップ(放電部)の耐消耗性を良好に確保できるとともに、Rhの含有量を抑えたときに生じ易い異常消耗の発生を抑制することができ、ひいては高性能のスパークプラグを安価に構成することができることがわかる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のスパークプラグの一実施例を示す正面全体断面図である。

【図2】 図1のスパークプラグの部分断面図及び要部を示す拡大断面図である。

【図3】 放電部周辺を拡大して示すとともに、チップ径D及び放電部厚さH等の定義を説明する図である。

【図4】 図3に続いてチップ径D及び放電部厚さH等の定義を説明する図である。

13

14

【図5】 異常消耗による中心電極側の放電部の様子を
示す観察図である。

【符号の説明】

100 スパークプラグ

1 主体金具

2 絶縁体

3 中心電極

4 接地電極

6 貫通孔

g 火花放電ギャップ

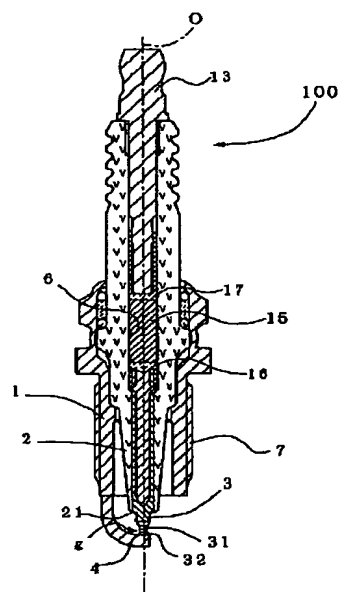
31、32 放電部

31'、32' 貴金属チップ

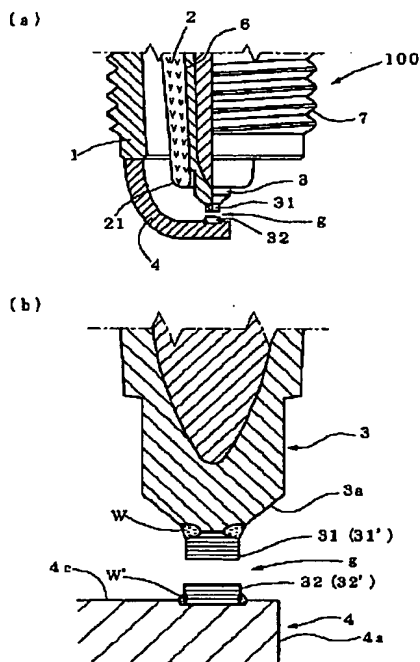
35 芯体

W 溶接部

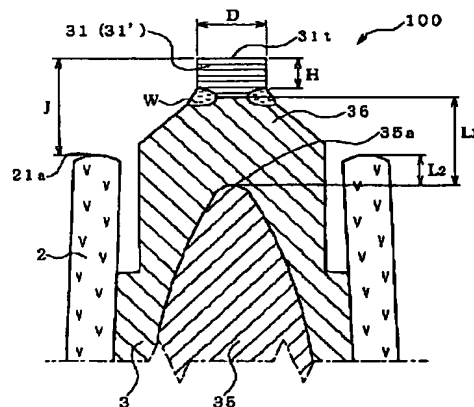
【図1】



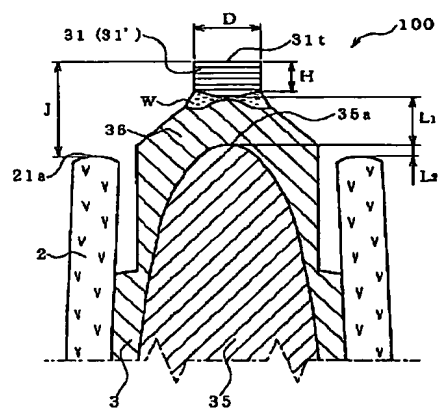
【図2】



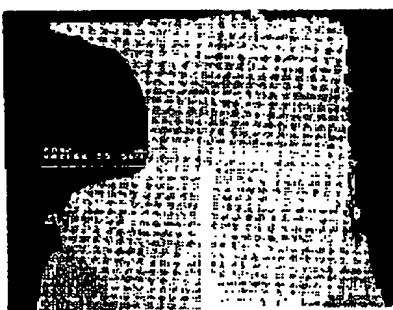
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 吉本 修

Fターム(参考) 5G059 AA04 DD11 EE11

愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日
本特殊陶業株式会社内